

BT

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G05B 13/02		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/50021 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 31. Dezember 1997 (31.12.97)
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE97/01285		(81) Bestimmungsstaaten: BR, CA, CN, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum:	20. Juni 1997 (20.06.97)		
(30) Prioritätsdaten:	196 24 926.0 - 21. Juni 1996 (21.06.96)	DE	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (DE/DE); Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).		
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):	SÖRGEL, Günter (DE/DE); Zaunkönigweg 8, D-90455 Nürnberg (DE).		

(54) Title: PROCESS AND SYSTEM FOR COMMISSIONING INDUSTRIAL PLANTS, IN PARTICULAR IN THE PRIMARY INDUSTRY

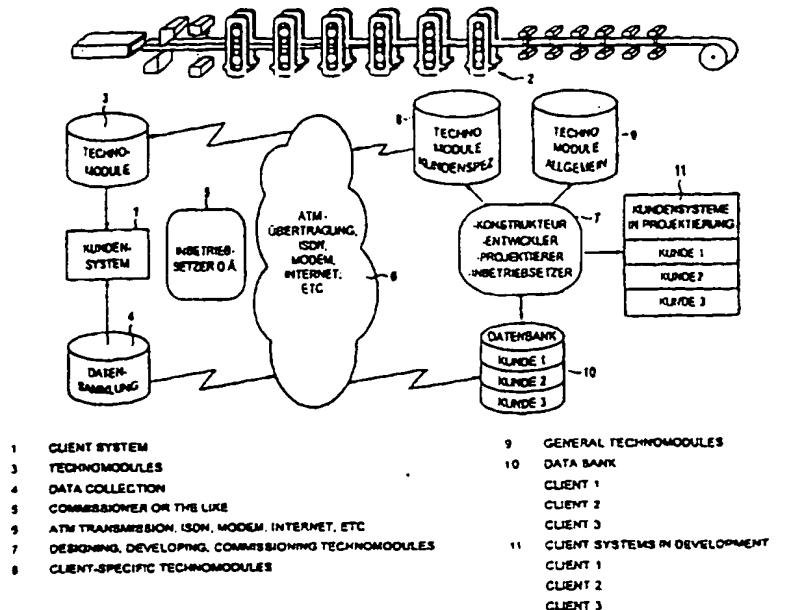
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SYSTEM ZUR INBETRIEBSETZUNG VON INDUSTRIEANLAGEN, INSbesondere DER GRUNDSTOFFINDUSTRIE

(57) Abstract

A process and system are disclosed for commissioning industrial plants, in particular in the primary industry. A plant control system executes non-control functions and control functions. The control functions are executed in a control system computing unit by means of process models, in particular regulation models, for example mathematical models, neuronal network models, expert systems, etc. Commissioning is subdivided into a commissioning phase of the non-control functions with initialisation of the control functions by on-site staff and into a commissioning phase of the control functions by data remotely transmitted through data lines from at least one site located at a distance from the plant, preferably a technological centre.

(57) Zusammenfassung

Verfahren und System zur Inbetriebsetzung von Industrieanlagen, insbesondere der Grundstoffindustrie, mit einem Anlagenleitsystem, das Non-Controllfunktionen und Controlfunktionen durchführt und dessen Controlfunktionen mit Prozeßmodellen, insbesondere regeltechnischen Modellen, etwa in der Form von mathematischen Modellen, neuronalen Netzwerken, die Inbetriebsetzung in eine Inbetriebsetzung der Non-Controllfunktionen überführt, eine vor Ort befindliche Mannschaft und eine weitgehend ferngesteuerte Datenleitungen von zumindest einem anlagenfernen Ort.



REST AVAILABLE COPY

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Leitland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Maurenien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NB	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun	KR	Korea	PL	Polen		
CN	China	KZ	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Verfahren und System zur Inbetriebsetzung von Industrieanlagen, insbesondere der Grundstoffindustrie

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und System zur Inbetriebsetzung von Industrieanlagen, insbesondere der Grundstoffindustrie, mit einem Anlagenleitsystem, das Non-Control-funktionen und Controlfunktionen durchführt und dessen Controlfunktionen mit Prozeßmodellen, insbesondere regeltechnischen Modellen, etwa in der Form von mathematischen Modellen, neuronalen Netzmodellen, Expertensystemen etc. in einer Leitsystemrecheneinheit arbeitet.

15 Bei der Regelung von Industrieanlagen, insbesondere von Anlagen, in denen sehr schnelle, sehr langsame oder sprunghaft verlaufende Prozesse oder Prozesse, für die es keine geeigneten Zustandssensoren gibt, ablaufen, wird meist mit regeltechnischen Modellen gearbeitet. Derartige Anlagen weisen in 20 der Regel ein Basis-Automatisierungssystem und ein Prozeßführungssystem auf (Non-Control und Control). Die Inbetriebsetzung größerer Anlagen ist erfahrungsgemäß sehr zeit- und kostenaufwendig und erfordert in die Anlagentechnologie eingearbeitete Spezialisten. Dies gilt auch für den regeltechnischen Anlagenentwurf und die regeltechnische Projektierung 25 der einzelnen Komponenten.

Es ist Aufgabe der Erfindung, für Anlagen der vorstehend geschilderten Art, insbesondere für Anlagen der Grundstoffindustrie, aber auch für Anlagen der Chemieindustrie und zur Erzeugung elektrischer Energie, ein Inbetriebsetzungsverfahren und ein dafür geeignetes System anzugeben, mit dem bei optimalem Inbetriebsetzungsergebnis eine Zeit- und Kostenreduktion erreichbar ist. Dabei soll auch der laufende Betrieb 35 der inbetriebgesetzten Anlage nachträglich laufend verbessert

werden können und es sollen leicht auswertbare Erkenntnisse für die regeltechnische Projektierung und den Entwurf entsprechender Anlagen gewonnen werden. Das Ziel kann zusammenfassend als Senkung der Engineering-Kosten bei gleichzeitiger 5 Verbesserung der Anlagenfunktion bezeichnet werden.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Inbetriebsetzung in eine Inbetriebsetzung der Non-Controlfunktionen mit weitgehender Initialisierung der Controlfunktionen, durch eine vor 10 Ort befindliche Mannschaft und eine weitgehende Inbetriebsetzung der Controlfunktionen, durch fernübertragene Daten über Datenleitungen von zumindest einem anlagenfernen Ort, vorzugsweise von einer Technologiezentrale aus, unterteilt durchgeführt wird. Durch diese Aufteilung der Inbetriebsetzung 15 in eine sogenannte Basis-Inbetriebsetzung und eine technologische Inbetriebsetzung kann vorteilhaft weitgehend darauf verzichtet werden, Regeltechnik-Spezialisten, insbesondere Spezialisten für die Parametrierung und Verbesserung von regeltechnischen Modellen, vor Ort einsetzen zu müssen. Die 20 Inbetriebsetzungskosten können so erheblich reduziert werden. Darüber hinaus kann die Inbetriebsetzung schneller und sicherer erfolgen, da zur technologischen Inbetriebsetzung ein Spezialistenteam zur Verfügung gestellt werden kann, dem alle 25 Hilfsmittel einer Technologiezentrale sowie externe Berater zur Verfügung stehen.

Es ist bereits bekannt, PC's durch Programme aufzurüsten, die durch eine Datenübertragung in den PC eingegeben werden. Des Weiteren ist eine Diagnose von PC's, aber auch von einzelnen 30 Automatisierungsgeräten, wie z.B. Werkzeugmaschinensteuerungen oder speicherprogrammierbaren Steuerungen bekannt. Die bekannte Verfahrensweise für die Aufrüstung, Diagnose und Funktionsverbesserung von Einzelgeräten läßt sich jedoch nicht auf die Inbetriebsetzung von Gesamtanlagen, insbesondere 35 Gesamtanlagen von der Komplexität von Anlagen der Grund-

stoffindustrie übertragen. Hierzu sind Lernroutinen ebenso notwendig wie die Benutzung der Rechenintelligenz der Anlage, lange Zugriffszeiten und ein Dialog im Sinn eines "Trial and Error". Dies wurde bisher in dem benötigtem Umfang für nicht-
5 durchführbar gehalten.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß bei der Inbetriebsetzung der Controlfunktionen eine technologische Optimierung durchgeführt wird. Die Optimierung wird vorteil-
10 haft "step by step" fernbeeinflußt in zumindest einer Leitsy-
stemrecheneinheit der Anlage durchgeführt, die einzelnen Op-
timierungsschritte laufen also auf einer Recheneinheit des Prozeßleitsystems ab, so daß sich die Probleme nicht ergeben
können, die bei einer Übernahme eines auf einer externen Re-
15 cheneinheit durchgeführten Optimierungsschritts auf die Re-
cheneinheit des Leitsystems ergeben könnten. Angesichts der Komplexität der Programme in Anlagenleitsystemen wäre sonst
immer mit Softwarefehlern bei der Übernahme optimierter Pro-
grammteile zu rechnen. Die Vermeidung von Implementierungs-
20 Problemen ist ein erheblicher Vorteil des erfindungsgemäßen
Systems.

Ergänzend zur Fern-Inbetriebsetzung, -Funktionsverbesserung und -Optimierung des Controlteils ist auch eine fernbeein-
25 flußte Verbesserung des Non-Controlteils vorgesehen. Auch die Basisautomatisierung einer Industrieanlage ist heutzutage so komplex, daß sich das erfindungsgemäße Fernoptimieren hierfür lohnt. Dabei wird vorteilhaft die entsprechende Ebene des An-
lagenleitsystems verwendet.

30

Nach der Inbetriebsetzung der Controlfunktionen mit der Startoptimierung erfolgt laufend eine weitere Anlagenbe-
triebsverbesserung durch technologische Optimierung mit Hilfe der Technologiezentrale. So ist sichergestellt, daß die Anla-
35 ge regeltechnisch optimal weiterbetrieben wird. Dies ist ins-

besondere bei Änderung des Erzeugnisprogramms, z.B. durch Aufnahme weiterer Materialqualitäten in das Erzeugnisprogramm, wichtig.

5 Die Optimierung bezieht sich insbesondere auf die Parametrierung von Modellen, insbesondere in Form von Algorithmen oder künstlichen neuronalen Netzen (KNN), sowie auf eine Weiterentwicklung der Algorithmen der Modelle oder der Ausbildung der KNN, aber auch von rechentechnisch ausgewertetem Expertenwissen, etwa in Form von Grenzkurven etc. So können die wichtigsten Module einer modellbasierten Regelung fortlaufend verbessert werden, um ein optimales Anlagenverhalten zu erreichen.

10

15 Es ist vorteilhaft vorgesehen, daß bei der Verwendung von neuronalen Netzen als Prozeßmodelle die Adaption parallel zu einem Netztraining stattfindet. So wird den Eigenschaften von künstlichen neuronalen Netzen (KNN) erfindungsgemäß besonders gut Rechnung getragen. Sie befinden sich stets in dem für die 20 Optimierung vorteilhaftesten Zustand. Von besonderem Vorteil ist weiterhin, wenn die künstlichen neuronalen Netze (KNN), zur Verbesserung von Algorithmen und/oder Modellen eingesetzt werden, und wenn dabei ein geschlossener Kreis gebildet wird, der als unmittelbar geschlossener Kreis in einer Leitsystem- 25 recheneinheit oder als mittelbar über die Technologiezentrale geschlossener Kreis ausgebildet ist. Insbesondere der über die Technologiezentrale geschlossene Kreis gewährleistet dabei, daß stets die neuesten regel- und rechentechnischen Erkenntnisse in die Optimierung und Verbesserung von Parametern 30 und/oder Modellen einfließen können. Vorteilhaft ist dabei auch vorgesehen, daß die Weiterentwicklung von Modellen mit Hilfe einer Evolutionsstrategie, z.B. über genetische Algorithmen, durchgeführt wird. So kann auch eine notwendige Weiterentwicklung der Modelle zur Optimierung des Anlagenverhal-

tens und gegebenenfalls auch eine Optimierung der Anlage selbst stattfinden.

Zur vorteilhaften Durchführung des Verfahrens ist ein Inbetriebsetzungs- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem vorgesehen, daß zumindest eine anlagenfern installierte Technologiezentrale - insbesondere eine Inbetriebsetzungs- und/oder

10 Betriebsverbesserungszentrale - aufweist, die durch Datenfernübertragungsmittel mit zumindest einer Leitsystemrechen-

15 einheit einer technologisch inbetriebzusetzenden oder technologisch weiter zu verbessernden Anlage in Verbindung steht.

Hierdurch werden die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens erreichbar.

15 In Ausgestaltung des Systems ist vorgesehen, daß es in einer Technologiezentrale ein internes Netz aufweist, das vorzugsweise als Ethernet mit Twisted Pair-Verbindungen mit mindestens 10 Megabit pro Sekunde Übertragungsgeschwindigkeit ausgerüstet ist, das insbesondere nach dem Protokoll TCP-IP ar-

20 beitet. Hierdurch ergibt sich ein kostengünstig realisierbares, sicheres internes Netz, das alle für eine Ferninbetriebsetzungs und -optimierungszentrale notwendigen Eigenschaften aufweist. Das System weist weiterhin ein mit dem internen

25 Netz verbundenes Ferninbetriebsetzungs- oder Betriebsverbeserungsnetz zur Kommunikation mit Industrieanlagen auf, das bekannte, übliche Datenübertragungskomponenten (ISDN, Telefon, Modem, Internet-Anschlüsse) besitzt und durch zumindest eine Sicherheits-Datenübergabeeinrichtung (Firewall) mit der

30 Technologiezentrale verbunden ist. So ist mit üblichen kostengünstigen Komponenten der Aufbau eines Ferninbetriebsetzungsnetzes möglich, das einen für ein sicheres Arbeiten der Anlage und für die Abwehr von Betriebsspionage-Angriffen etc. notwendigen Aufbau aufweist.

In einer Ausgestaltung weist das System im Bereich der Technologiezentrale Außenstellen, z.B. Projektbüros auf, die räumlich getrennt, aber datentechnisch, z.B. über ISDN-Leitungen, mit dieser verbunden sind und mit dieser die Technologiekompetenz bilden. So ist die Diskussion und/oder Lösung von Optimierungsaufgaben durch außenstehende Fachleute möglich, deren Teams etc. mit in die Technologiekompetenz einbezogen werden. Dabei ist ein Zusammenarbeiten völlig unterschiedlicher Teams möglich.

10

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Inbetriebsetzungs- oder Betriebsverbesserungszentrale eine Administratoreinheit, insbesondere mit einer Auswertesoftware für gesammelte Daten aufweist und gleichzeitig zur Logbuchführung geeignet ausgebildet ist. Zur Optimierung, insbesondere von Arbeitspunkten und speziellen Arbeitsschritten, ist es notwendig, zu verfolgen, wie sich Regeleingriffe bei früheren Optimierungsmaßnahmen ausgewirkt haben. Dies ist vorteilhaft durch die erfindungsgemäße Lösung möglich.

20

Für ISDN- und Internet-Verbindungen sind vorteilhaft Router vorhanden, die die gewünschten Verbindungen herstellen. Mit Hilfe dieser Router, die gegebenenfalls automatisch arbeiten, kann für den Dialog der Bediener der einzelnen Anlagenkomponenten und der Komponenten der Technologiezentrale sowie für die Verbindung zwischen den einzelnen Recheneinheiten die jeweils optimale Verbindung hergestellt werden. Diese kann je nach Wochentag und Tageszeit unterschiedlich sein.

30

Zur Durchführung der Erfindung sind im Leitsystem der Anlage rechentechnische Technologiemodule, eine Datensammlungseinheit etc. sowie in der Zentrale Personal mit technologischem Wissen, Datenbanken für die jeweiligen Kunden, allgemeine und kundenspezifische Technologiemodule, insbesondere in einer in das Anlagenleitsystem modulartig eingebbaren Form vorhanden.

So ist eine schrittweise Verbesserung mit einfacher Eingabe der neuen Daten in das Gesamtsystem möglich.

Im Anlagenleitsystem sind Recheneinrichtungen für die Adaptation anlagenspezifischer Parameter, für das Speichern anlagen-spezifisch ausgebildeter Modelle, für das Speichern von Vor-ausberechnungsalgorithmen, für das Speichern von Trendverfol-gungen und für das Speichern von Adoptionsalgorithmen vorge-sehen. So ist das Anlagenleitsystem in der Lage, die technologische Optimierung nach den Vorgaben der Technologiezen-trale durchzuführen.

Es ist insbesondere vorgesehen, daß für neuronale Netze, wie sie z.B. in Walzwerken oder bei Elektrolichtbogenöfen, d.h. in der Grundstoffindustrie, häufig eingesetzt werden, eine Optimierung und ein Training parallel durchgeführt wird. Hierfür sind spezielle, vorteilhaft günstig ausgebildete Softwaremodule vorhanden. Ebenso Diagnosespeicher sowie wei-tre für die technologische Optimierung der Anlage erforder-liche Recheneinrichtungen. Diese, softwaregeführte, Rechen-einrichtungen können über die erfindungsgemäß benutzten Da-tenübertragungsmittel beeinflußt werden.

Die Hard- und Softwareeinrichtungen der Inbetriebsetzungs- oder Betriebsverbesserungszentrale umfassen sowohl unspezifi-sche Hardwareeinrichtungen, Softwaretools, Inbetriebsetzung-tools, Softwareentwicklungstools, Softwareevolutionstools, KNN-Trainingstools, statistische Auswerteprogramme etc. als auch anlagenspezifische spezielle Softwaretools, wobei soweit wie möglich auf anlagenneutrale Module zurückgegriffen wird und anlagenspezifische, speziell entwickelte Module, nur dann eingesetzt werden, wenn es notwendig ist.

Das erfindungsgemäß vorhandene Kommunikations- und Optimie-rungssystem zur technologischen Anlagenoptimierung ist insbe-

sondere dialogfähig ausgebildet und weist vorteilhaft, insbesondere optische Erfassungskomponenten sowohl für die handelnden Personen als auch für die zu optimierenden oder zu diagnostizierenden Anlagenteile auf. So können Optimierungs-
5 vorschläge, Änderungsvorschläge, Diagnosen etc. in einer Weise durchgeführt werden, die der Anwesenheit der Spezialisten vor Ort weitgehend entspricht. Es reisen also tatsächlich nicht mehr Personen, sondern Informationen. Daher weist vorteilhaft die Inbetriebsetzungszentrale und die Anlage sowie
10 der Anlagenleitstand Monitore und auch Kameras auf. Das gleiche gilt für Außenstellen der Technologiezentrale, z.B. Projektbüros oder spezielle Softwareentwicklungseinheiten, so daß tatsächlich so gearbeitet werden kann, als befänden sich alle an der Optimierung und der Weiterentwicklung beteiligten
15 Personen an einem Ort, speziell am Ort der Anlage. Dies ist insbesondere für das Arbeiten mit künstlichen neuronalen Netzen (KNN, sowie Neuro-Fuzzy und Fuzzy-Anwendungen), bei denen von dem Sammeln der Trainingsdaten bis zur Ausgabe neuer Parameter ein einheitliches Handeln erforderlich ist, von er-
20 heblichem Vorteil.

Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert, aus denen ebenso wie aus den Unteransprüchen weitere, auch erfindungswesentliche, Einzelheiten entnehmbar sind. Im einzelnen zeigen:

FIG 1 eine symbolhafte Darstellung des Prinzips der Erfindung mit wesentlichen Einzelheiten,

FIG 2 die wesentlichen Teile der Technologiezentrale in symbolhafter Darstellung,

FIG 3 das gebildete System in symbolhafter Darstellung,

FIG 4 eine Darstellung in Bezug auf die Optimierung eines Walzvorgangs mit Einsatz eines neuronalen Netzes zur Optimierung der Walzkraftberechnung und

FIG 5 ein einfaches Zusammenwirken eines mathematischen Modells mit einem Modell in Form eines neuronalen Netzes.

In FIG 1 bezeichnet 1 das Leitsystem des Kunden, das Techno-
5 logiemodule 3 und eine Datensammlung 4 enthält. In Betrieb gesetzt wird das Leitsystem des Kunden durch Inbetriebsetzer 5. Tatsächlich handelt es sich vor Ort um eine Inbetriebsetzungsmannschaft. Über die als Bubble dargestellte Übertragungsebene 6, die aus ISDN-Verbindungen, insbesondere mit 10 ATM-Komponenten zur Bildübertragung, aber auch über Telefonmodems oder das Internet verfügt, stehen die Komponenten 1, 3, 4 und 5, die z.B. der Inbetriebsetzung eines Walzwerks 2 dienen, mit den Komponenten 7 bis 11 in Verbindung. Bei den 15 Komponenten 7 bis 11 handelt es sich um die Komponenten in oder in Verbindung mit der Technologiezentrale mit seiner Mannschaft 7. In der Technologiezentrale stehen allgemeine Technologiemodule 9, kundenspezifische Technologiemodule 8, eine Datenbank für verschiedene Kunden und Projektierungskomponenten 11 für unterschiedliche Kunden sowie weitere in 20 ihren Einzelheiten aus der Beschreibung entnehmbare Komponenten zur Verfügung. Die Trennung der vor Ort befindlichen Komponenten und der Komponenten in oder in Verbindung mit der Technologiezentrale ist deutlich erkennbar. Im Gegensatz zu den bekannten Diagnose- oder Aufrüstungsroutinen handelt es 25 sich nicht um eine zeitlich eng begrenzte, sondern um eine relativ dauerhafte Verbindung der vor Ort- und der Technologiezentralekomponenten. Die in Verbindung mit der Technologiezentrale stehenden Komponenten brauchen dabei nicht örtlich konzentriert sein, sie erstrecken sich vielmehr gegebenenfalls auf unterschiedliche Kontinente. Wegen der Zeitverschiebung kommt es daher zu einem unter Umständen 24-Stunden pro Tag anhaltenden Optimierungs-, Beratungs- und Diagnosevorgang beim Kunden. Anlagen der Grundstoffindustrie, der 30 Chemie und der Energieerzeugung sind ja auch derart ausgebil-

det, daß sie einen kontinuierlichen 24-Stunden Betrieb ermöglichen.

Die Anlage selbst bleibt dabei vorteilhaft stets autonom
5 funktionsfähig, da lediglich die auf der Anlage vorhandene Intelligenz weiter verbessert wird. Unterbrechungen der Leistungs- oder Satellitenverbindungen zwischen der Anlage und der Technologiezentrale wirken sich daher nicht auf die Produktion aus. Die einzelnen Optimierungsschritte werden ledig-
10 lich später durchgeführt.

In FIG 2 bezeichnet 12 einen Eingabeplatz für projektspezifische Parameter 13, mit denen in einer Vorausberechnungseinheit 14, einer Adaptionseinheit 15 und einer Einheit 16, die 15 die Vererbungsgesetze berücksichtigt, mit Hilfe einer Netz-trainingseinheit 18 und einem Diagnoseteil 17, im Durchlauf und in Schleifen regelungstechnisch optimierte Daten der Kundenanlage ermittelt werden. Bei einem Walzwerk wird dabei beispielsweise mit den in 19 einzeln angegebenen Modellen, 20 wie Walzkraftmodell, Planheitsmodell, Biegemodell und Walzspaltmodell gearbeitet, die in der Einheit 20 noch durch genetische Algorithmen und neue Modellparameter verbessert werden können. Zusammen mit den projektspezifischen Parametern aus der Einheit 13 ermöglichen sie die in den Einheiten 14, 25 15 und 16 ablaufenden Optimierungs-Rechenvorgänge. Die generierten Daten gelangen über die Übermittlungsebene 21, hier steht für alle Datenübertragungsmittel symbolisch ISDN, in die kundenspezifisch aufgeteilte Datenbank 25, wo die Daten mit Hilfe von Tools für die Projektierung, die Diagnose, von 30 Ferninbetriebsetzungstools und allgemein gültige technologische Modelle zu technologischen, projektspezifischen Modellen 22 führen. Diese gelangen über die Ebene 21 in zumindest eine Recheneinheit des Kundenleitsystems.

FIG 3 zeigt den Kern der Technologiezentrale 24 mit Außenstellen 25. Der Kern der Technologiezentrale 24 ist mit Kunden 26 bis 29 verbunden, wofür unterschiedliche Verbindungs-mittel verwendet werden können. Das Kürzel SCN steht dabei 5 für Firmen-Intranets, die auf spezielle Kunden ausgedehnt werden können. Desweiteren ist der Kern der Technologiezen-trale 24 mit Anlagenservicestationen 30 verbunden, um den re-gionalen Servicebereichen direkte Anweisungen geben und ihre Erfahrungen auswerten zu können. Der Kern der Technologiezen-trale 24 weist ein Büronetz mit den Recheneinheiten 31 auf, 10 die über einen Bus 35 miteinander verbunden sind. Weiterhin die Recheneinheiten 32, die für die Verbindung mit den Kunden sorgen und ebenfalls unter sich durch einen Bus 36 verbunden sind. Zwischen den beiden Bussen 35 und 36 befindet sich ein 15 Firewall 33 mit einer Überwachungsstation 34. Der Firewall 33 verhindert auch, daß von außen ein unbefugter Durchgriff auf das innere Büronetz stattfinden kann. Das innere Netz ist vorteilhaft ein Ethernet mit Twisted Pair-Anschlüssen und weist vorteilhaft eine Übertragungsgeschwindigkeit von 10 Me- 20 gabit/ Sekunde auf. Es arbeitet beispielsweise mit dem Proto-koll TCP/IP und kann bis zu 3000 Endgeräte enthalten. Es ist also möglich, eine ganze Abteilung oder einen ganzen Unter-nehmensbereich mit den Daten des inneren Netzes zu versorgen. Als Backbone dient dabei ein FDDI-Home-Ring mit bis zu fünf- 25 zehn Servern und einer Übertragungsgeschwindigkeit von 100 Megabit/Sekunde. So können vorteilhaft schnell die Daten von Workstations oder echten Großrechnern, wie sie beispielsweise zum schnellen Trainieren von neuronalen Netzen vorteilhaft sind, übertragen werden. Auch ein Zusammenarbeiten vieler 30 Mitarbeiter im Endstadium einer Ferninbetriebsetzung ist zur Zeitverkürzung ohne Schwierigkeiten möglich.

Von Bedeutung ist ein Firewall dafür, daß keine Viren oder Sabotagebefehle eingeschleppt werden können. Geeignete Pro-

gramme für Firewalls sind bekannt, ihr Updating und die Kontrolle auf unbefugte Zugriffe erfolgt über die Station 34.

5 Die Programmierung im Rahmen der anlagenspezifischen und allgemeinen Module erfolgt vorteilhaft teilweise objektorientiert, beispielsweise durch die Programmiersprache C++ wobei vorteilhaft ein Workflowsystem mit Case-Tools verwendet werden kann.

10 FIG 4 zeigt schematisch am Beispiel eines Walzwerks Zusammenwirken und Training eines neuronalen Netzes mit einem Algorithmus für die Walzkraft. Dabei werden z.B. die Banddicke, die Dickenabnahme, die Bandbreite, die Temperatur, der Walzenradius und der Bandzug berücksichtigt. Diese Werte werden 15 sowohl dem Algorithmus als auch dem neuronalen Netz aufgegeben. Weiterhin werden dem neuronalen Netz die Einzelheiten der chemischen Analyse und die Walzgeschwindigkeit aufgegeben und die Werte aus dem Walzkraftalgorithmus und dem neuronalen Netz in dem mit X bezeichneten Punkt zusammengeführt. Daraus 20 ergibt sich ein Sollwert für die Walzkraft, der mit dem tatsächlichen Walzkraftwert verglichen wird. Die Differenz wird wiederum dem neuronalen Netz als Feedback-Wert aufgegeben, so daß sich ein adaptiver Rückwärtskreis ergibt. Der Pfeil 37 soll bedeuten, daß eine entsprechend der angegebenen Differenz 25 erfolgende Anpassung der einzelnen Netzgewichte stattfindet. Diese führt zu einer laufenden Anpassung des Verhaltens des neuronalen Netzes entsprechend dem tatsächlichen Verhalten der Walzstraße bei dem jeweils gewalzten Material. Auch eine "Tagesform" der Walzstraße kann so berücksichtigt 30 werden. Die Produktionsergebnisse der Walzstraße sind besser als bei einer herkömmlichen Regelung.

FIG 5 schließlich zeigt ein vorwärtswirkendes Beispiel des Zusammenwirkens eines mathematischen Modells (Algorithmus)

mit einem neuronalen Netz. Hier erfolgt eine einfache additive Verbesserung der generierten Regelgröße.

Es versteht sich, daß außer neuronalen Netzen auch noch ande-
5 re Softwaremodule z.B. mit Expertenwissen, eventuell unter
Zuhilfenahme von Grenzkurven, zur Anlagenführung eingesetzt
werden können. Dies erfolgt insbesondere für Gieß- und
Schmelzprozesse. Das erfindungsgemäße Inbetriebsetzungs- und
technologische Optimierungsverfahren und -system ist dabei
10 unabhängig von den einzelnen regeltechnischen Modulen für un-
terschiedliche Anlagen einsetzbar. Für eine Regeltechnik, die
mit Hilfe von neuronalen Netzen arbeitet, ist sie jedoch be-
sonders vorteilhaft.

Patentansprüche

1. Verfahren und System zur Inbetriebsetzung von Industrieanlagen, insbesondere der Grundstoffindustrie, mit einem Anlagenleitsystem, das Non-Controlfunktionen und Controlfunktionen durchführt und dessen Controlfunktionen mit Prozeßmodellen, insbesondere regeltechnischen Modellen, etwa in der Form von mathematischen Modellen, neuronalen Netzmodellen, Expertensystemen etc. in einer Leitsystemrecheneinheit arbeitet, dadurch gekennzeichnet, daß die Inbetriebsetzung in eine Inbetriebsetzung der Non-Controlfunktionen mit weitgehender Initialisierung der Controlfunktionen, durch eine vor Ort befindliche Mannschaft und eine weitgehende Inbetriebsetzung der Controlfunktionen, durch fernübertragene Daten über Datenleitungen von zumindest einem anlagenfernen Ort, vorzugsweise von einer Technologiezentrale aus, unterteilt durchgeführt wird.
2. Verfahren zur Inbetriebsetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Inbetriebsetzung der Controlfunktionen eine technologische Optimierung durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die technologisch optimierende Inbetriebsetzung durch Optimierungen erfolgt, die fernbeeinflußt in zumindest einer Leitsystemrecheneinheit der Anlage durchgeführt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Inbetriebsetzung der Controlfunktion eine weitere Anlagenbetriebsverbesserung durch technologische Optimierung mit Hilfe der Technologiezentrale erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die technologische optimierende Inbetriebsetzung und/oder Betriebsverbesserung durch eine fernbeeinflußte Verbesserung der Non-Controlfunktionen 5 ergänzt wird.

10 6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Optimierung sich auf die Parametrierung von Modellen, insbesondere in Form von Algorithmen oder künstlichen neuronalen Netzen (KNN), sowie auf eine Weiterentwicklung der Algorithmen der Modelle oder der Ausbildung der KNN, aber auch von rechentechnisch ausgewertetem Expertenwissen, etwa in Form von Grenzkurven etc. bezieht.

15 7. Verfahren zur Ferninbetriebsetzung, insbesondere nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Verwendung von neuronalen Netzen als Prozeßmodelle die Adaption 20 parallel zu einem Netztraining stattfindet.

25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das neuronale Netz zur Verbesserung von Algorithmen und/oder Modellen eingesetzt wird, wobei ein geschlossener Kreis gebildet wird, der als unmittelbar geschlossener Kreis in einer Leitsystemrecheneinheit oder als mittelbar über die Technologiezentrale geschlossener Kreis, 30 ausgebildet ist.

35 9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Weiterentwicklung von Modellen mit Hilfe einer Evolutionsstrategie, z.B. über genetische Algorithmen, durchgeführt wird.

10. Inbetriebsetzung- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens, vorzugsweise nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß es zumindest eine anlagenferninstallierte Technologiezentrale - insbesondere eine Inbetriebsetzungs- und/oder Betriebsverbesserungszentrale - aufweist, die durch Datenfernübertragungsmittel mit zumindest einer Leitsystemrecheneinheit einer technologisch in Betrieb zu setzenden oder technologisch weiter zu verbesserten Anlage in Verbindung steht.

11. Inbetriebsetzungs- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß es in einer Technologiezentrale ein internes Netz aufweist, das vorzugsweise als Ethernet mit Twisted Pair-Verbindungen mit insbesondere mindestens 10 Megabit pro Sekunde Übertragungsgeschwindigkeit ausgerüstet ist, das vorzugsweise nach dem Protokoll TCP-IP arbeitend ausgebildet ist.

12. Inbetriebsetzungs- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Fern-Inbetriebsetzungs- oder Betriebsverbesserungsnetz aufweist, das bekannte, übliche Datenübertragungskomponenten (ISDN, Telefon-Modems, Internet-Anschlüsse) besitzt und durch zumindest eine Sicherheits-Datenübergabeeinrichtung (Firewall) mit der Technologiezentrale verbunden ist.

13. Inbetriebsetzungs- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Inbetriebsetzungs- oder Betriebsverbesserungszentrale Außenstellen, z.B. Projektbüros aufweist, die räumlich getrennt, aber datentechnisch, z.B.

über ISDN-Leitungen, mit dieser verbunden sind und mit dieser die Technologiekompetenz bilden.

14. Inbetriebsetzungs- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem nach Anspruch 10, 11, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Inbetriebsetzungs- oder Betriebsverbesserungszentrale eine Administratoreinheit, insbesondere mit einer Auswertesoftware für gesammelte Daten aufweist und gleichzeitig zur Logbuchführung geeignet ausgebildet ist.

15. Inbetriebsetzungs- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem nach Anspruch 10, 11, 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß sie für ISDN- und Internet-Verbindungen Router aufweist, die die gewünschten Verbindungen herstellen.

16. Inbetriebsetzungs- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß es im Leitsystem der Anlage rechentechnische Technologiemodule, eine Datensammlungseinheit etc. sowie in der Zentrale Personal mit technologischem Wissen, Datenbanken für die jeweiligen Kunden, allgemeine und kundenspezifische Technologiemodule, insbesondere in einer in das Anlagenleitsystem modulartig eingebaren Form, aufweist.

17. Inbetriebsetzung- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem, insbesondere nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß es im Anlagenleitsystem Recheneinrichtungen für die Adaption anlagenspezifischer Parameter, für das Speichern anlagenspezifisch ausgebildeter Modelle, für das Speichern von Vorausberechnungsalgorithmen, für das Speichern von Trendverfolgungen und für das Speichern von Adapationsalgorithmen aufweist.

18. Inbetriebsetzungs- oder Anlagenbetriebsverbesserungssystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß es im Anlagenleitsystem oder in der Zentrale Recheneinrichtungen für das Training oder zur Optimierung von neuronalen Netzen sowie gegebenenfalls Diagnosespeicher sowie weitere für die technologische Optimierung der Anlage erforderliche Recheneinrichtungen aufweist, die über Datenfernübertragungsmittel oder interne Datenübertragungsmittel beeinflußt werden können.

10

19. Inbetriebsetzungs- oder Betriebsverbesserungssystem, insbesondere nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß es in der Inbetriebsetzungs- oder Betriebsverbesserungszentrale unspezifische Hardwareeinrichtungen, Softwaretools, Inbetriebsetzungstools, Softwareentwicklungstools, Softwareevolutions-tools, KNN-Trainingstools, statistische Auswertungsprogramme etc. zur anlagenneutralen Verwendung und spezielle Software-tools etc. die anlagenspezifisch ausgebildet sind, aufweist.

20

20. Verwendung eines Kommunikations- und Optimierungssystems zur technologischen Anlagenoptimierung, insbesondere nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit Hardware-Einheiten, wie Monitoren, Recheneinrichtungen, gegebenenfalls Kameras etc., insbesondere in der Ausbildung als Mehrplatz-projektierungs- und/oder Konstruktionsbüro, wobei unmittelbare Dialoge, Zeichnungsänderungen, Softwareeingaben etc. durch fernübertragene Äußerungen, Änderungsvorschläge etc. auf den Monitoren ermöglicht und durch Sprache und Videobild ergänzt oder ersetzt werden können.

1/5

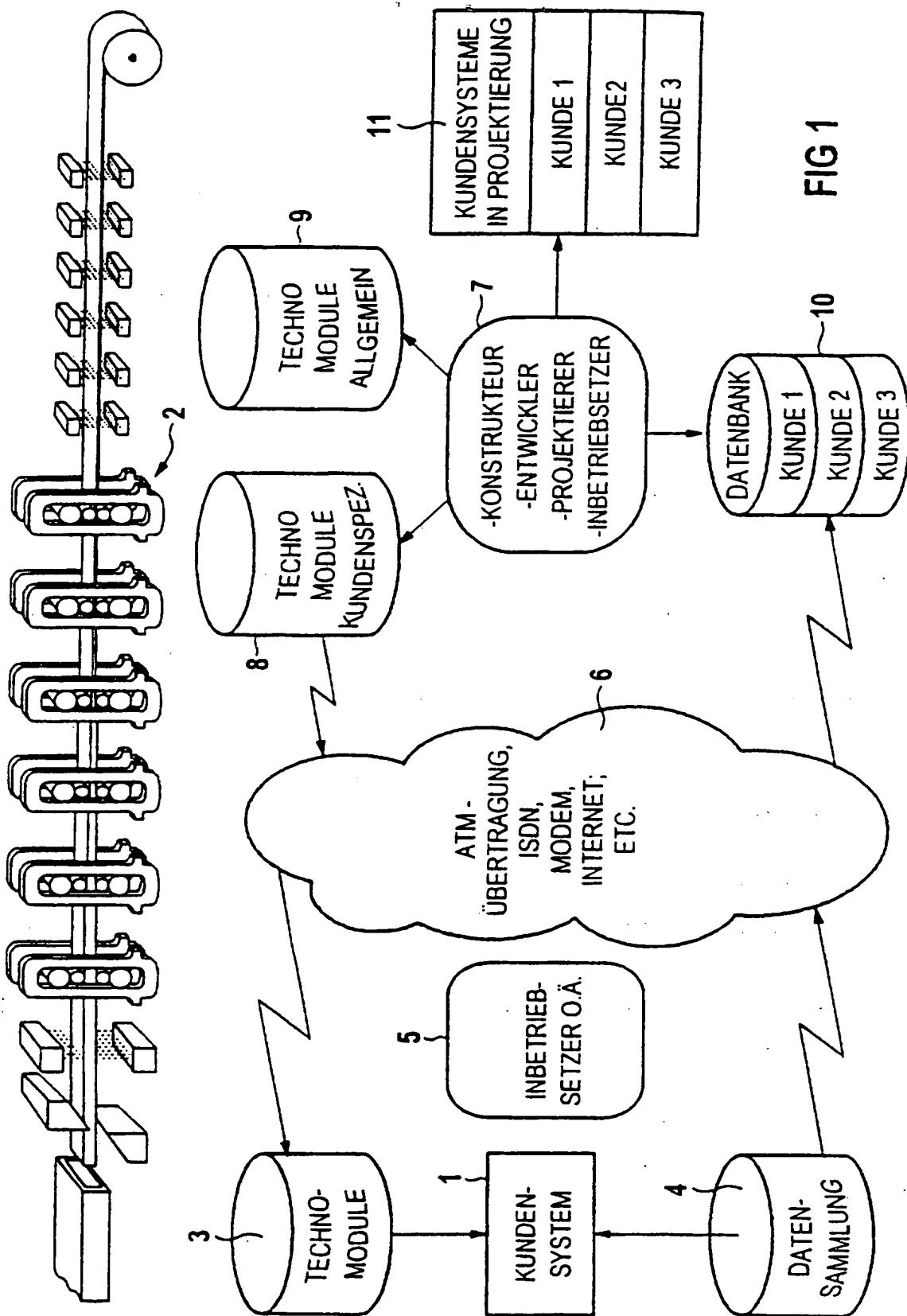


FIG 1

2/5

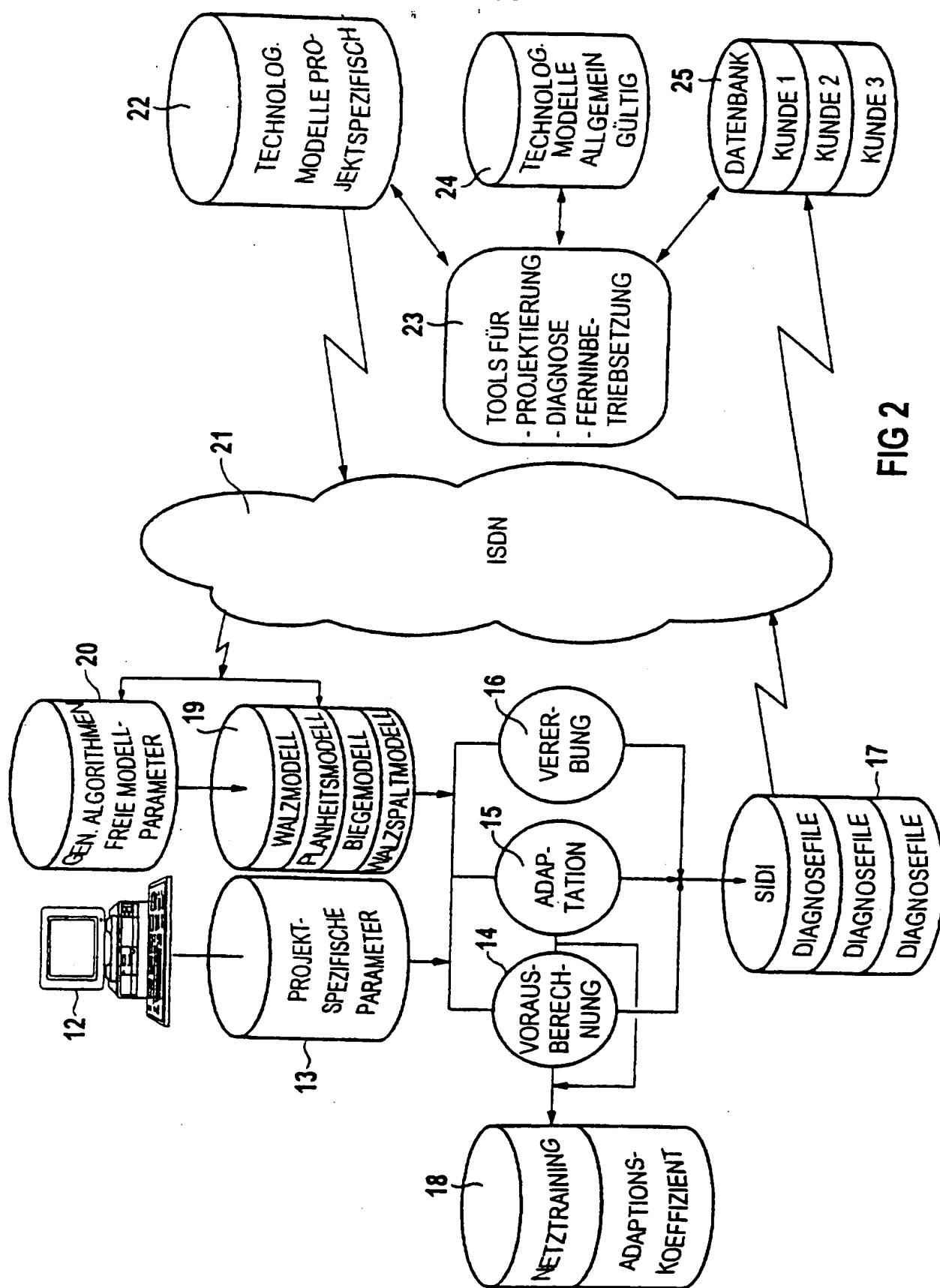


FIG 2

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91)
ISA/EP

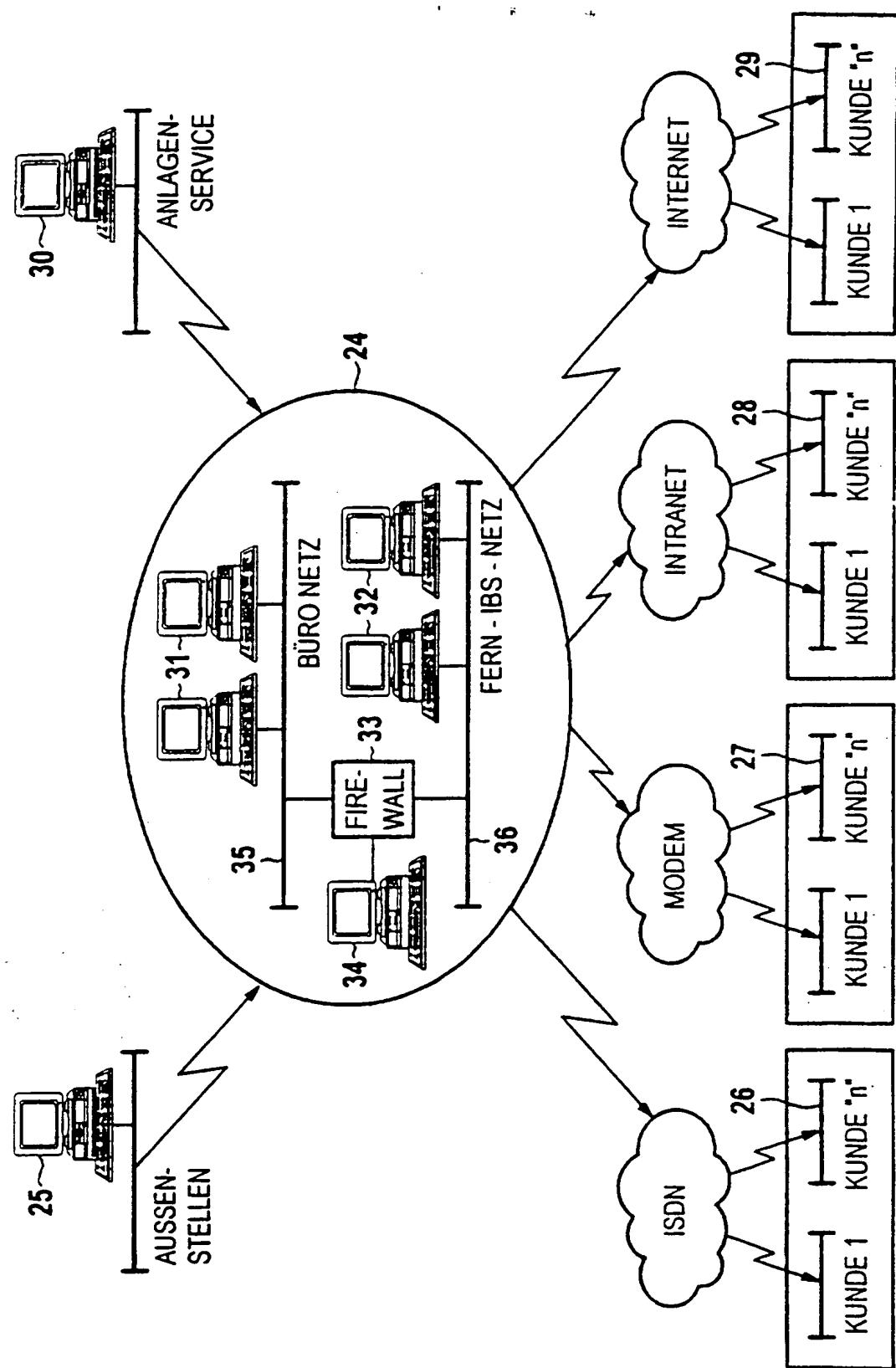


FIG 3

4/5

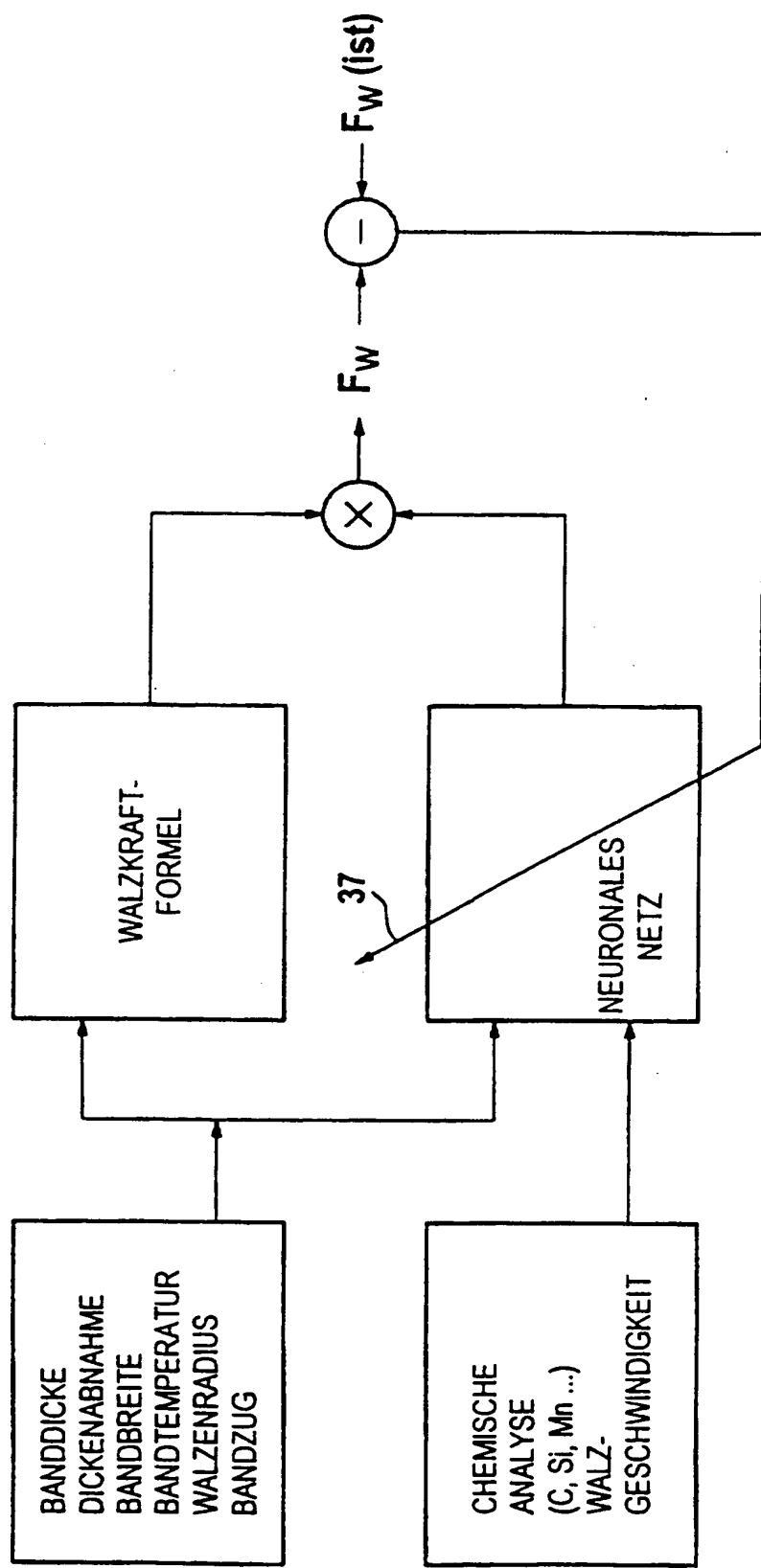


FIG 4

ERSATZBLATT (REGEL 26)

5/5

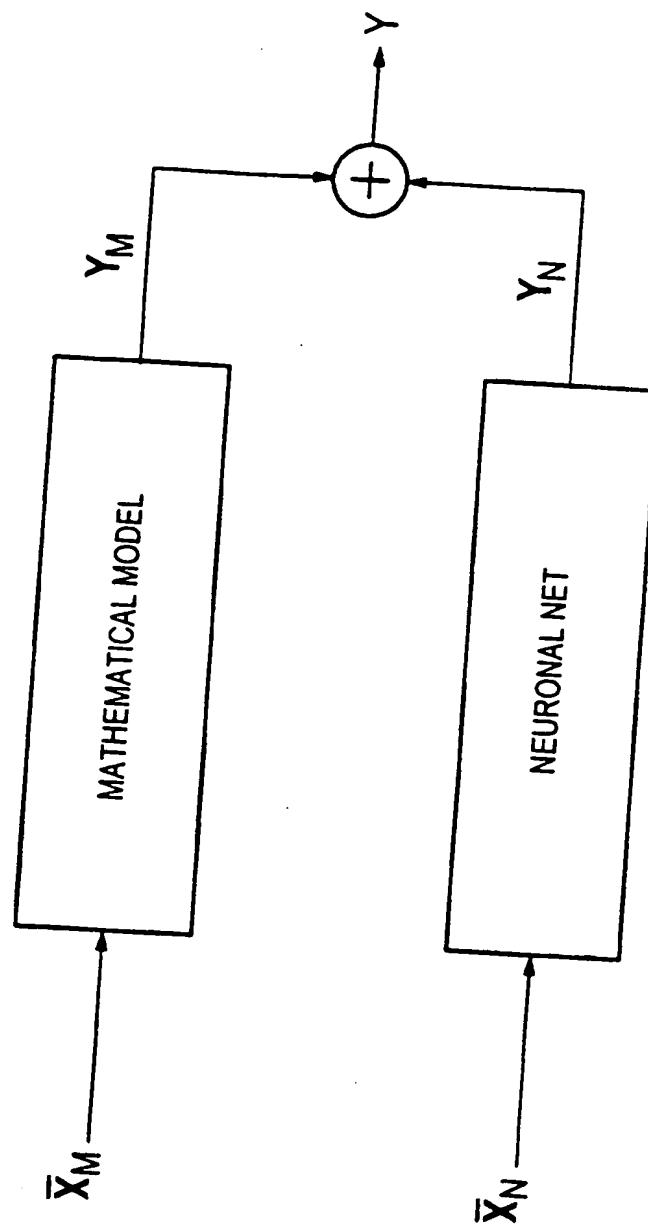


FIG 5

ERSATZBLATT (REGEL 26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No
PCT/DE 97/01285

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G05B13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96 02025 A (SIEMENS AG ;HILLERMEIER CLAUS (DE); HOEHFELD MARKUS (DE); GEBERT R) 25 January 1996 see the whole document ---	1,9
A	BELTRAN H ET AL: "HIGHLIGHTS OF THE GURI HYDROELECTRIC PLANT COMPUTER CONTROL SYSTEM" IEEE COMPUTER APPLICATIONS IN POWER, vol. 1, no. 3, July 1988, pages 4-8, XP000046870 see the whole document ---	1
A	WO 95 14277 A (GRUMMAN AEROSPACE CORP) 26 May 1995 see the whole document ---	1
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search

16 October 1997

Date of mailing of the international search report

23.10.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL-2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kelperis, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 97/01285

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 40 19 395 A (ZUBLER GERAETEBAU) 19 December 1991 see the whole document ---	1
A	DE 44 13 836 A (DICON DINKEL IND AUTOMATION GM) 26 October 1995 see the whole document -----	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/01285

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9602025 A	25-01-96	EP 0770232 A	02-05-97
WO 9514277 A	26-05-95	US 5493631 A	20-02-96
DE 4019395 A	19-12-91	NONE	
DE 4413836 A	26-10-95	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/01285

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 G05B13/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüftoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüftoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 02025 A (SIEMENS AG ; HILLERMEIER CLAUS (DE); HOEHFELD MARKUS (DE); GEBERT R) 25.Januar 1996 siehe das ganze Dokument ---	1,9
A	BELTRAN H ET AL: "HIGHLIGHTS OF THE GURI HYDROELECTRIC PLANT COMPUTER CONTROL SYSTEM" IEEE COMPUTER APPLICATIONS IN POWER, Bd. 1, Nr. 3, Juli 1988, Seiten 4-8, XP000046870 siehe das ganze Dokument ---	1
A	WO 95 14277 A (GRUMMAN AEROSPACE CORP) 26.Mai 1995 siehe das ganze Dokument ---	1
		-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungstermin einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16.Okttober 1997

Anmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

23.10.97

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kelperis, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 97/01285

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 40 19 395 A (ZUBLER GERAETEBAU) 19. Dezember 1991 siehe das ganze Dokument ---	1
A	DE 44 13 836 A (DICON DINKEL IND AUTOMATION GM) 26. Oktober 1995 siehe das ganze Dokument -----	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/01285

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9602025 A	25-01-96	EP 0770232 A	02-05-97
WO 9514277 A	26-05-95	US 5493631 A	20-02-96
DE 4019395 A	19-12-91	KEINE	
DE 4413836 A	26-10-95	KEINE	

This Page Blank (uspto)